



DEUTSCHES
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: 196 11 289.3
22 Anmeldetag: 22. 3. 96
43 Offenlegungstag: 25. 9. 97

DE 196 11 289 A 1

71 Anmelder:
Dolmar GmbH, 22045 Hamburg, DE

74 Vertreter:
Richter & Kollegen, 20354 Hamburg

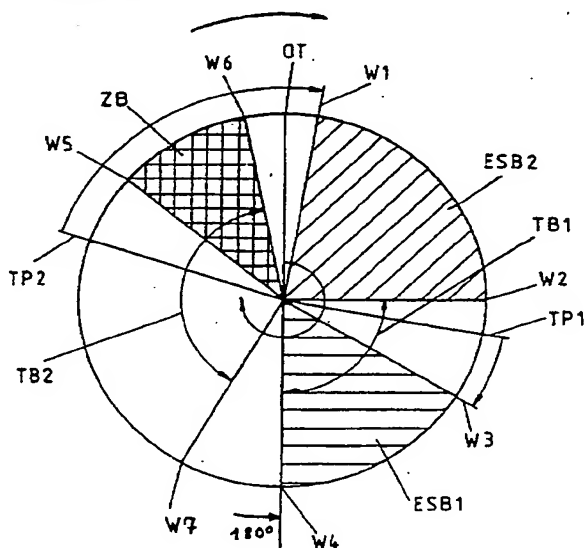
72 Erfinder:
Antrag auf Teilnichtnennung
Klare, Hartmut, 98554 Benshausen, DE

56 Entgegenhaltungen:
DE 39 26 322 A1
GB 22 32 273 A

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren zur Steuerung eines Einspritzventils bei einer schnelllaufenden 2-Takt-Brennkraftmaschine mit Kraftstoffeinspritzung sowie Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

57 Bei einem Verfahren zur Steuerung eines Einspritzventils (16) bei einer schnelllaufenden 2-Takt-Brennkraftmaschine mit Kraftstoffeinspritzung, bei welchem Verfahren bei jeder Umdrehung der Maschine an einem Triggerpunkt (TP1, TP2) ein Triggersignal erzeugt und nach Maßgabe des Triggersignals der Einspritzvorgang eingeleitet wird, wobei für niedrige Drehzahlen der Einspritzbeginn in einem ersten Bereich (ESB1) des Kurbelwellen-Drehwinkels liegt, und wobei für hohe Drehzahlen der Einspritzbeginn in einem zweiten Bereich (ESB2) des Kurbelwellen-Drehwinkels liegt, welcher zweite Bereich (ESB2) gegenüber dem ersten Bereich (ESB1) in Richtung "früh" zum oberen Totpunkt (OT) verschoben ist, wird ein optimales Betriebsverhalten dadurch erreicht, daß jedem der beiden Bereiche (ESB1 bzw. ESB2) ein eigener Triggerpunkt (TP1 bzw. TP2) zugeordnet ist, und daß beim Wechsel zwischen niedrigen und hohen Drehzahlen ab einer vorgegebenen Schwellendrehzahl ein Umschalten der Steuerung zwischen den beiden Triggerpunkten (TP1, TP2) erfolgt.



DE 196 11 289 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines Einspritzventils bei einer schnellaufenden 2-Takt-Brennkraftmaschine mit Kraftstoffeinspritzung.

Die Erfindung betrifft weiterhin eine Vorrichtung zur Durchführung eines solchen Verfahrens.

Während Viertaktmotoren im Allgemeinen über den gesamten Drehzahl- und Lastbereich einen relativ gleichförmigen Motorlauf aufweisen, zeigen Zweitaktmotoren erhebliche Unterschiede zwischen den Drehzahlbereichen "Leerlauf" und "Arbeitsbereich". Im Leerlauf (geringe Drehzahlen) ist ein erheblicher Unrundlauf vorhanden, der immer eine exakte Einspritzung erfordert. Wenn, ausgehend von einem bestimmten Triggersignal, eine Berechnung des Einspritzbeginns durchgeführt wird, muß diese in unmittelbarer Nähe des Triggersignals erfolgen, da sonst erhebliche Fehler bezüglich des gewünschten Einspritzbeginns auftreten können. Diese hängen — wie bereits erwähnt — wesentlich vom Gleichförmigkeitsgrad des Motorlaufs ab und können von Umdrehung zu Umdrehung erheblich differieren, so daß der Motorlauf unkontrollierbar wird. Auch die Einspritzung muß daher unmittelbar in der Nähe des Triggerpunktes bzw. Triggersignals erfolgen.

Wie in der Fig. 1 in einem Winkeldiagramm für die Motorkurbelwelle (KW) im Bezug auf den oberen Totpunkt (OT) dargestellt ist, liegen für geringe Drehzahlen die Einspritzbeginne (ESB) in Abhängigkeit von der jeweiligen Motorkonfiguration in einem ersten (schraffierten) Bereich (ESB1) zwischen 180 und 240° KW (Winkel W4 und W3) vor dem oberen Totpunkt (OT) des Motors. Bei höheren Drehzahlen (mehrere 1000 U/min) sind andere Einspritzbeginne, entsprechend den jeweiligen Lastzuständen, erforderlich. Gewöhnlich ist eine Verschiebung des Einspritzbeginns in Richtung "früh" in einen zweiten (schraffierten) Bereich (ESB2) erforderlich, der zwischen 270 und 350° KW (Winkel W2 und W1) vor dem oberen Totpunkt (OT) liegt.

Für niedrige Drehzahlen (z. B. im Leerlauf) ist es nach den o.g. Ausführungen zweckmäßig und vorteilhaft, den Triggerpunkt, an dem das Triggersignal erzeugt wird, nahe am Beginn des ersten Bereiches (ESB1) zu platzieren, also z. B. an der durch (TP) bezeichneten Stelle in Fig. 1. Auf diese Weise besteht nur ein kurzer Winkelabstand zwischen (TP) und dem Beginn des Einspritzbereiches (W3). Wird nun der Einspritzbeginn bei steigenden Drehzahlen von dem Bereich (ESB1) in den Bereich (ESB2) vorverlegt, müßte eigentlich auch der Triggerpunkt (TP) entsprechend verlegt werden. Eine (Quasi-)Verschiebung des Triggerpunktes erfolgt zweckmäßigerweise dadurch, daß die Berechnung des Einspritzbeginns für die nächste Umdrehung durchgeführt wird (langer Pfeil von TP über die Winkel W5 und W6 des Zündbereichs ZB nach W1 in Fig. 1). Aufgrund der benötigten Rechenzeit sowie der zur Steuerung der Öffnungszeit für das Einspritzventil benötigten Zeit kann es in Abhängigkeit des geforderten Einspritzbeginns dazu kommen, daß das für den Leerlaufbereich zur Anwendung kommende Triggersignal (z. B. eines Hall-Gebers) nicht ausgewertet werden kann. Dadurch wäre die Einspritzung für die nächste Umdrehung nicht oder nur stark fehlerbehaftet möglich.

Es ist nun Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Steuerung eines schnellaufenden Zweitaktmotors anzugeben, welches diese Nachteile überwindet und für jede Umdrehung des Motors in Abhängigkeit von Last und Drehzahl einen optimalen Einspritzbeginn in Verbin-

dung mit der erforderlichen Einspritzdauer gewährleistet.

Die Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß jedem der beiden Bereiche ein eigener Triggerpunkt zugeordnet ist, und daß beim Wechsel zwischen niedrigen und hohen Drehzahlen ab einer vorgegebenen Schwelldrehzahl ein Umschalten der Steuerung zwischen den beiden Triggerpunkten erfolgt. Auf diese Weise ist es möglich, beim Übergang auf höhere Drehzahlen und damit auf einen vorverlegten Einspritzbeginn auf einen neuen optimal an den Einspritzbeginn angepaßten Triggerpunkt umzuschalten, so daß auch bei höheren Drehzahlen eine fehlerfreie und optimierte Steuerung des Einspritzbeginns möglich ist.

Eine erste bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, daß die beiden Triggerpunkte jeweils in einem Triggerbereich liegen, welcher im Bezug auf den Kurbelwellen-Drehwinkel nahe vor dem zugehörigen Einspritzbereich liegt. Hierdurch werden die Auswirkungen von Drehzahlschwankungen auf die Einspritzsteuerung auf ein Minimum begrenzt.

Als besonders günstig hat sich erwiesen, wenn gemäß einer Weiterbildung dieser Ausführungsform der erste Bereich innerhalb von etwa 180—240° KW vor dem oberen Totpunkt der Maschine liegt, der zweite Bereich innerhalb von etwa 270—350° KW vor dem oberen Totpunkt liegt, der erste Triggerbereich innerhalb von etwa 180—270° KW vor dem oberen Totpunkt liegt, und der zweite Triggerbereich innerhalb von etwa 10—150° KW vor dem oberen Totpunkt liegt.

Eine weitere bevorzugte Ausführungsform des Verfahrens nach der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Zündung der Maschine mittels eines Zündmagneten mehr als 10° KW, insbesondere etwa 20° KW, vor dem oberen Totpunkt erfolgt, und daß das vom Zündmagneten abgegebene Zündsignal als Triggersignal für den zweiten Einspritzbereich verwendet wird. Damit wird eine Überschneidung von Rechenzeit, Einspritzdauer und Triggerpunkt sicher vermieden.

Die Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung einen Steuerteil umfaßt, welcher über einen vom Steuerteil gesteuerten Umschalter wahlweise mit einem von zwei Triggersignalgebern verbindbar ist, und daß ein Ausgang des Steuerteils mit dem Einspritzventil in Wirkverbindung steht.

Weitere Ausführungsformen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert werden. Es zeigen

Fig. 1 ein auf die Kurbelwellendrehung bezogenes Winkeldiagramm mit den Steuerwinkel für eine herkömmliche Einspritzsteuerung mit einem Triggerpunkt,

Fig. 2 ein Fig. 1 entsprechendes Diagramm mit zwei Triggerpunkten gemäß der Erfindung, und

Fig. 3 im Blockschaltbild eine beispielhafte Steuerung zur Durchführung des Verfahrens nach der Erfindung.

In Fig. 2 sind die Veränderungen erkennbar, welche sich durch die Erfindung in einem Winkeldiagramm gemäß Fig. 1 ergeben. Es wird wiederum von zwei Bereichen (ESB1) und (ESB2) des Einspritzbeginns ausgegangen, die sich von Winkel W4 (180° KW) bis W3 (240° KW) und von Winkel W2 (270° KW) bis W1 (350° KW) vor dem oberen Totpunkt (OT) erstrecken. Zusätzlich zu dem ersten Triggerpunkt (TP1), der in einem ersten

Triggerbereich (TB1) (von W4 bis W1) liegen kann, ist nun ein zweiter Triggerpunkt (TP2) vorgesehen, der in einem zweiten Triggerbereich (TB2) zwischen W6 und W7 liegen kann. W6 ist dabei vorzugsweise etwa 10° KW vor dem oberen Totpunkt, und W7 etwa 150° KW vor dem oberen Totpunkt. Erhöhen sich vom Leerlauf ausgehend die Drehzahlen des Motors, wird die Einspritzsteuerung ab einer gewissen Schwellendrehzahl vom ersten Triggerpunkt (TP1) im ersten Triggerbereich (TB1) auf den zweiten Triggerpunkt (TP2) im zweiten Triggerbereich (TB2) umgestellt. Dadurch verkürzt sich die Winkelspanne zwischen Triggerpunkt und Einspritzbeginn, wodurch der Einfluß von Drehzahl-schwankungen auf die Einspritzsteuerung minimiert wird.

Ein einfaches Ausführungsbeispiel für eine Steuervorrichtung zur Durchführung des Verfahrens ist in Fig. 3 schematisch dargestellt. Die Steuervorrichtung 10 umfaßt einen zentralen Steuerteil (mit Mikroprozessor o. dgl.), der über einen gesteuerten Umschalter 13 wahlweise von zwei Triggersignalgebern 11 bzw. 12 Triggersignale zur Steuerung des Einspritzbeginns erhält. Der erste Triggersignalgeber 11 ist dabei dem ersten Triggerpunkt (TP1) zugeordnet, der zweite Triggersignalgeber 12 dem zweiten Triggerpunkt (TP2). Die für das Umschalten notwendige Drehzahlinformation kann der Steuerteil grundsätzlich aus der Abfolge der Triggersignale ableiten. Es ist in vielen Fällen jedoch zweckmäßig, einen separaten Drehzahlgeber 15 vorzusehen, der die Drehzahlwerte an den Steuerteil 14 abgibt. Der Ausgang des Steuerteils 14 ist mit dem Einspritzventil 16 verbunden, dessen Öffnungsbeginn und Öffnungsdauer gesteuert werden.

Der erste Triggersignalgeber 11 kann ein Hall-Geber oder ein ähnlicher Kurbelwinkelsensor sein, der an entsprechender Stelle am Motor plaziert ist. Der zweite Triggersignalgeber 12 könnte zweckmäßigerweise bei Motoren mit Polrad/Lüfterrad und eingegossenem Magnet zur Steuerung der Zündung dieser Magnet selbst sein. Bei anderen Motorkonfigurationen könnte diese Aufgabe ebenso ein weiterer Hall-Geber übernehmen.

Dieser zweite Triggersignalgeber 12 bzw. Triggerpunkt (TP2) sollte sich — wie bereits erwähnt — in einem Winkelbereich von ca. 10—150° KW vor dem oberen Totpunkt befinden. Bei serienmäßigen schnelllaufenden Zweitakt-Brennkraftmaschinen, wie sie auch in Handarbeitsgeräten der Anmelderin Verwendung finden, befindet sich der Zündmagnet als Triggersignalgeber ca. 20° KW vor dem oberen Totpunkt (OT). Eine Überschneidung von Rechenzeit/Einspritzdauer/Triggerpunkt wird somit vermieden. Damit wird für jede Motorumdrehung in Abhängigkeit vom Last- und Drehzahlbereich ein optimaler Einspritzbeginn in Verbindung mit der erforderlichen Einspritzdauer gewährleistet.

Insgesamt ergibt sich mit der Erfindung ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung von schnelllaufenden 2-Takt-Brennkraftmaschinen mit Einspritzung, welche sicherstellen, daß die Brennkraftmaschine im gesamten Drehzahlbereich ein optimales Betriebsverhalten, welches sich im Leistungs- und im Schadstoffausstoß, sowie in Form eines gleichförmigen Motorlaufes äußert, aufweist.

Bezugszeichenliste

Steuervorrichtung 10
Triggersignalgeber 11, 12

Umschalter 13
Steuerteil 14
Drehzahlgeber 15
Einspritzventil 16
Bereich Einspritzbeginn ESB1, ESB2
Oberer Totpunkt OT
Triggerbereich TB
Triggerbereich TB1, TB2
Triggerpunkt TP
Triggerpunkt TP1, TP2
Zündbereich ZB
Winkel W1—W7

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung eines Einspritzventils (16) bei einer schnellaufenden 2-Takt-Brennkraftmaschine mit Kraftstoffeinspritzung, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei jeder Umdrehung der Maschine an einem Triggerpunkt (TP) ein Triggersignal erzeugt und nach Maßgabe des Triggersignals der Einspritzvorgang eingeleitet wird, wobei für niedrige Drehzahlen der Einspritzbeginn in einem ersten Bereich (ESB1) des Kurbelwellen-Drehwinkels liegt, daß für hohe Drehzahlen der Einspritzbeginn in einem zweiten Bereich (ESB2) des Kurbelwellen-Drehwinkels liegt, welcher zweite Bereich (ESB2) gegenüber dem ersten Bereich (ESB1) in Richtung "früh" zum oberen Totpunkt (OT) verschoben ist, und daß jedem der beiden Bereiche (ESB1 bzw. ESB2) ein eigener Triggerpunkt (TP1 bzw. TP2) zugeordnet ist, und daß beim Wechseln zwischen niedrigen und hohen Drehzahlen ab einer vorgegebenen Schwelldrehzahl ein Umschalten der Steuerung zwischen den beiden Triggerpunkten (TP1, TP2) erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die beiden Triggerpunkte (TP1 bzw. TP2) jeweils in einem Triggerbereich (TB1 bzw. TB2) liegen, welcher im Bezug auf den Kurbelwellen-Drehwinkel nahe vor dem zugehörigen Einspritzbereich (ESB1 bzw. ESB2) liegt.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der erste Bereich (ESB1) innerhalb von etwa 180—240° KW vor dem oberen Totpunkt (OT) der Maschine liegt, daß der zweite Bereich (ESB2) innerhalb von etwa 270—350° KW vor dem oberen Totpunkt (OT) liegt, daß der erste Triggerbereich (TB1) innerhalb von etwa 180—270° KW vor dem oberen Totpunkt (OT) liegt, und daß der zweite Triggerbereich (TB2) innerhalb von etwa 10—150° KW vor dem oberen Totpunkt (OT) liegt.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zündung der Maschine mittels eines Zündmagneten mehr als 10° KW, insbesondere etwa 20° KW, vor dem oberen Totpunkt (OT) erfolgt, und daß das vom Zündmagneten abgegebene Zündsignal oder ein von einem anderen Sensor abgegebenes Signal als Triggersignal für den zweiten Einspritzbereich (ESB2) verwendet wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Erzeugung eines oder beider Triggersignale Hall-Geber oder Kurbelwinkelgeber, insbesondere inkrementale Geber, verwendet werden.
6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Vorrichtung (10) einen Steuerteil

(14) umfaßt, welcher über einen vom Steuerteil (14) gesteuerten Umschalter (13) wahlweise mit einem von zwei Triggersignalgebern (11, 12) verbindbar ist, und daß ein Ausgang des Steuerteils (14) mit dem Einspritzventil (16) in Wirkverbindung steht. 5

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein Drehzahlgeber (15) vorgesehen ist, welcher mit dem Steuerteil (14) in Verbindung steht.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 und 7, 10 dadurch gekennzeichnet, daß die Brennkraftmaschine einen Zündmagneten umfaßt, und daß der Zündmagnet gleichzeitig Teil eines der beiden Triggersignalgeber (11, 12) ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, 15 dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerteil (14) einen Rechner umfaßt, welcher aus dem Triggersignal und ggf. der Drehzahl den Einspritzbeginn berechnet.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

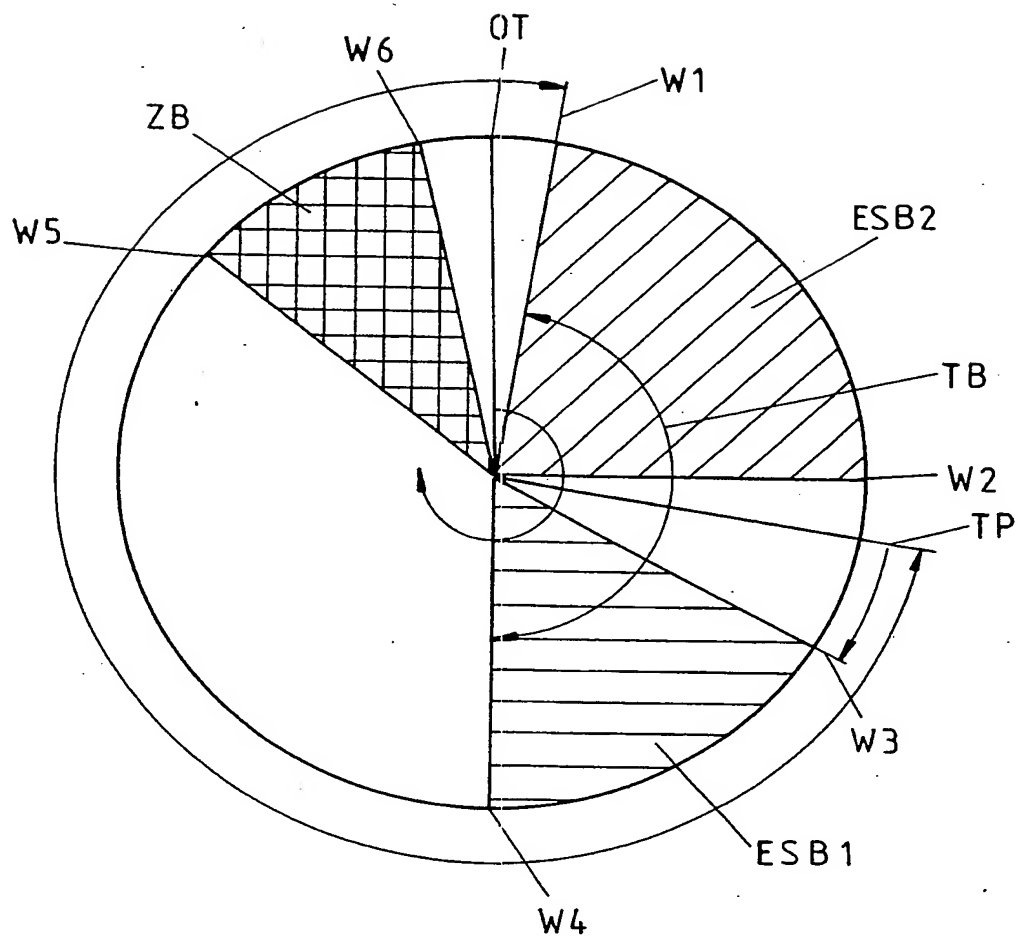
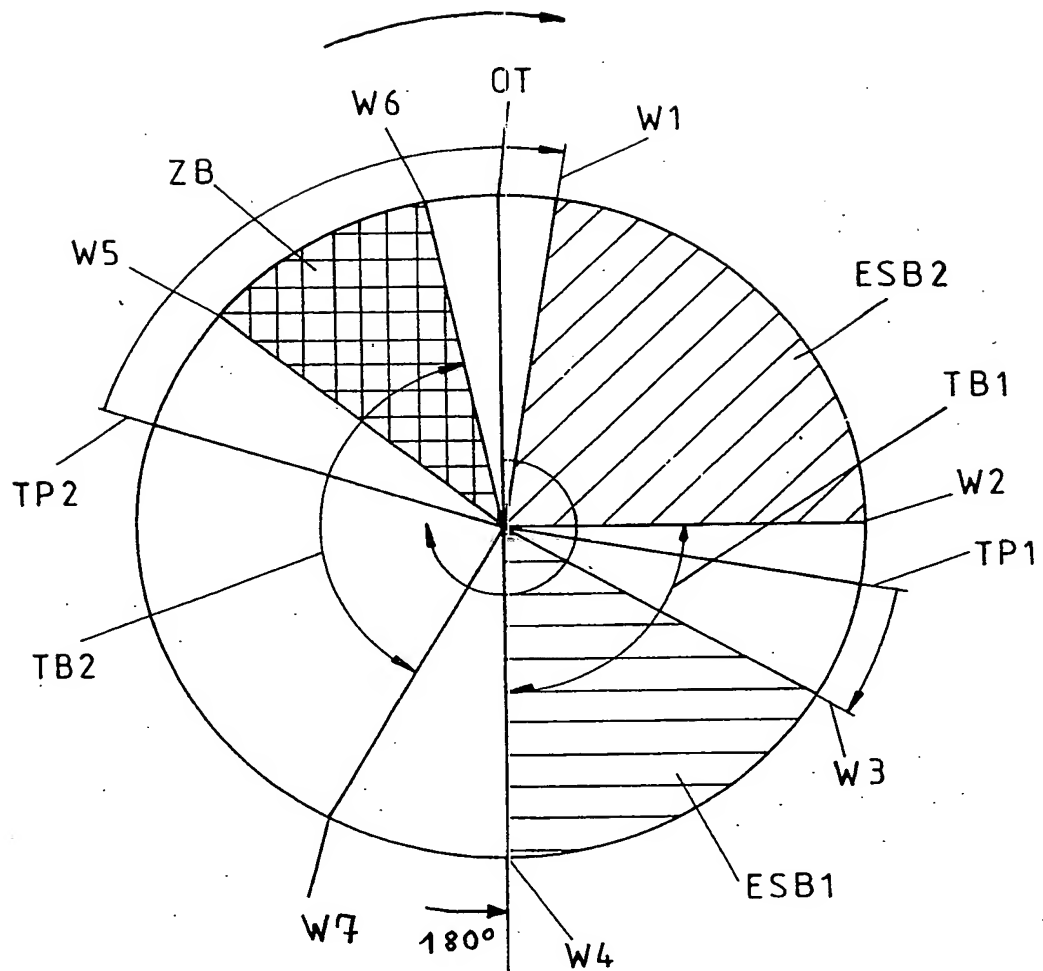


Fig.1

Fig. 2



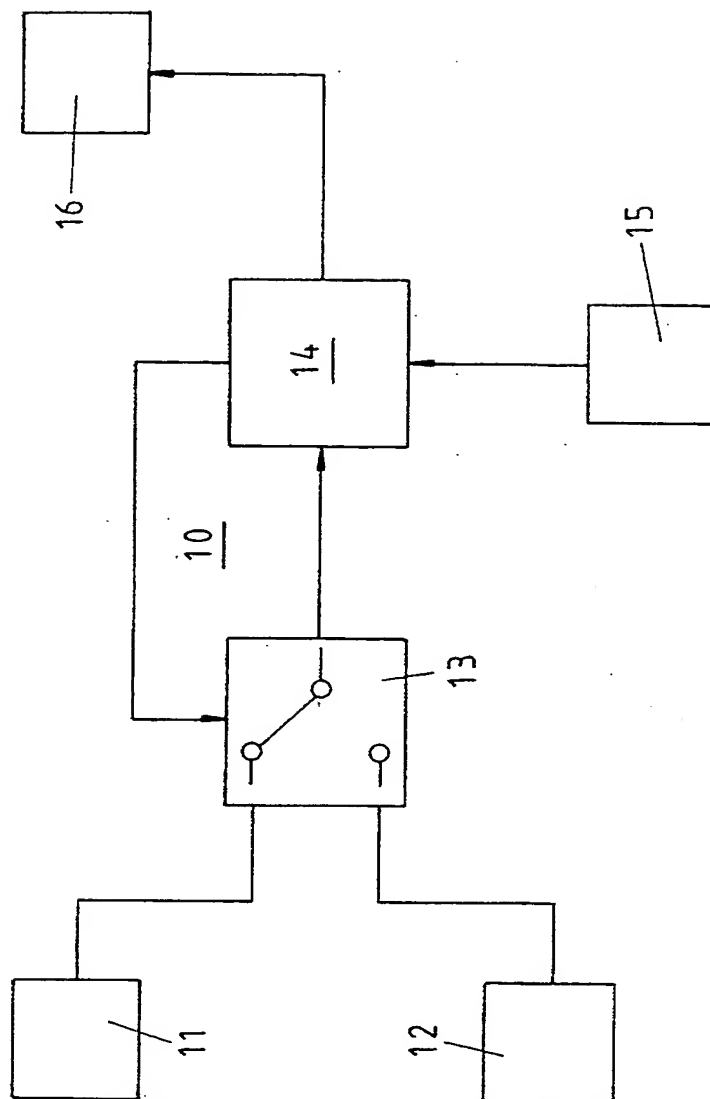


Fig. 3